مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۲ صفحه های ۲۱۳ تا ۲۲۶ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

تاثیر گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر تبادل‌های گازی، ویژگی‌های فتوسنتزی، عنصرهای پرمصرف، ترکیب‌های برگ و ویژگی‌های میوه سه رقم زیتون[1]

The Effect of Glycine Betain and Salicylic Acid on Gas Exchanges, Photosynthetic Characteristics, Macro Elements, Compounds in Leaf and Fruit Characteristics of Three Olive Cultivars

مهدی شجاعی*، منصور غلامی و مهدی طاهری[2]

چکیده

در سال‌های اخیر مصرف زیتون به‌طور پیوسته افزایش یافته است. به‌دلیل افزایش تقاضا، توجه به کیفیت، اهمیت بالایی پیدا کرده است، به نحوی که پژوهشگران به روش‌های مختلف به‌دنبال حفظ و بهبود کیفیت محصول این گیاه هستند. این آزمایش با هدف بررسی تاثیر گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های فتوسنتزی، عناصر پرمصرف، ترکیب‌های برگ و ویژگی‌های میوه سه رقم زیتون در قالب آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور گلایسین‌بتائین (آب شهری (لوله کشی شده)، ۱۰ و ۲۰ میلی‌مولار) و سالیسیلیک اسید (آب شهری، ۳ و ۶ میلی‌مولار) و رقم (آربکین، کرونائیکی و کنسروالیا) طراحی و اجرا شد. طی این پژوهش ویژگی‌های گل، گل‌آذین، درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی، ویژگی‌های میوه، ترکیب‌های برگ، فتوسنتز، تعرق، کلروفیل و تبادل‌های گازی مورد سنجش قرار گرفتند. بررسی اثر گلایسین‌بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر عنصرها و ترکیب‌های برگ مشخص شد تاثیر تیمارها بر ویژگی‌های برگ معنی‌دار بود به نحوی که بیشترین مقدار فنول کل در رقم کرونائیکی و تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین و ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد. در بررسی تاثیر تیمارها بر فتوسنتز، تعرق، کلروفیل و تبادل گازی برگ‌ها مشخص شد تیمار ۲۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین بدون حضور سالیسیلیک اسید و ترکیب تیماری ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین به همراه ۶ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اثر مثبت بر فتوسنتز و کارایی مصرف آب داشتند. در نهایت، این پژوهش اثرگذاری افزایشی گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر شاخص‌هایی چون فنول برگ، فتوسنتز و کارایی مصرف آب را در شرایط بدون تنش تایید کرد.

واژه‌های کلیدی: زیتون، فتوسنتز، کارایی‌مصرف‌آب، کلروفیل و پرولین.

مقدمه

زیتون یکی از درختان میوه با اهمیت است که برای استخراج روغن و تهیه کنسرو مورد توجه کشورهای زیادی قرار گرفته است. جنس زیتون (*Olea*) شامل دستکم ۳۰ تا ۳۵ گونه متعلق به تیره Oleaceae و زیرتیره Oleoideae است. درخت زیتون با نام علمی *Olea europaea* L. و یک درخت همیشه سبز است. در سال‌های اخیر مصرف زیتون حتی در کشورهایی که به طور سنتی محل کاشت زیتون نیستند، به طور پیوسته افزایش یافته است. برای پاسخگویی به افزایش تقاضا، اکنون زیتون در کشورهایی تولید می‌شود که پیش‌تر زیتون‌کاری نداشته‌اند (۳۲). به دلیل افزایش تقاضا، توجه به کیفیت محصول تولیدی از

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۲

۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته دکتری و استاد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا، همدان و دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، زنجان، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (Mehdishojaeihc@yahoo.com).

آن، امروزه اهمیت بالایی دارد که به روش‌های مختلف (از جمله استفاده از ترکیب‌های متعدد شیمیایی) می‌توان بر آن اثر گذاشت.

گلایسین‌بتائین[1] یک نوع آلکالوئید آمونیوم چهارتایی بوده و یک ماده تنظیم اسمزی مهم به شمار می‌رود که نقش مهمی در حفظ فشار اسمزی یاخته و افزایش سطح آب یاخته، حفاظت پروتئینی آنزیم‌های تابع و تنظیم پاسخ‌های تنشی بازی می‌کند، این ترکیب بر افزایش فنول کل نیز اثر مثبت دارد (۱۶). گلایسین‌بتائین با تاثیر بر ظرفیت فتوسنتزی گیاه، سبب بهبود رشد می‌شود، هم‌چنین می‌تواند از فعالیت‌های فتوسنتزی شامل آنزیم‌های فتوسنتزی، پروتئین‌ها و لیپیدها در غشاهای تیلاکوئیدی و جریان الکترونی در ترکیب فتوسیستم II، در برابر صدمات وارده محافظت کند (۳۹). افزون بر این نشان داده شده است که گلایسین‌بتائین وظیفه حفاظت از پروتئین‌ها و غشاهای یاخته‌ای در مقابل دماهای بالا و تنش‌های اسمزی درون گیاه را بر عهده دارد و بیان شده است که محلول‌پاشی گلایسین‌بتائین در مرحله رویشی گیاه، می‌تواند ترکیب‌های فنولی (۱۳) و فلاونوئید کل (۱۵) را افزایش دهد که تاثیر بر فلاونوئید کل را نتیجه اثر بر تاخیر بلوغ در گیاهان می‌دانند.

سالیسیلیک اسید[2] یکی از اسیدهای آلی است که دارای کاربردهای دارویی نیز می‌باشد. این ترکیب به وسیله آمینواسیدی به نام فنیل‌آلانین[3] به‌صورت زیستی ساخته می‌شود و در گیاه نوعی پیام‌آور شیمیایی است که نقش مشخصی در سازوکارهای دفاعی دارد، هم‌چنین نقش مهمی در رشد گیاه، نمو، برهمکنش بین اندام‌های گیاهی و پاسخ به تنش‌های محیطی بازی می‌کند. افزون بر این، نقش آن در عملکرد میوه و سرعت فتوسنتز آشکار شده است. این ترکیب نیز اثر مثبتی بر تولید ترکیب‌های فنولی دارد (۲). افزون بر این، سالیسیلیک اسید در تنظیم فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی گیاه مانند انتقال و تبادل یون‌ها، حرکت یون‌ها، نفوذپذیری غشاها و فتوسنتز نقش دارد (۳). گزارش‌هایی درباره نقش حفاظتی سالیسیلیک اسید در مقابل اشعه فرابنفش، شوری، خشکی، سمیت فلزهای سنگین و دمای بالا وجود دارد (۲۴). هم‌چنین، میزان رنگدانه‌های کلروفیل و کارتنوئید و گزانتوفیل را بالا می‌برد و تغییر بعضی از آنزیم‌های مهم از دیگر نقش‌های سالیسیلیک اسید است. این ترکیب سبب افزایش ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی و فنولی نیز می‌شود (۲۷).

کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان مانند تنفس، تعرق، باز و بسته شدن روزنه‌ها، تعادل بین رشد و پیری، رسیدن و پیری میوه‌ها، تولید گرما، زیست‌ساخت و اثر اتیلن، مقاومت در برابر حمله عوامل بیماری‌زا و فعال شدن سامانه مقاومت القایی سیستمیک نقش دارد (۱۷). سالیسیلیک اسید قابلیت اتصال به تعدادی از مولکول‌ها را از راه گلایکوزید شدن و به میزان کمتر از راه چینه‌بندی[4] دارد. سالیسیلیک‌گلیکوسیل‌ترانسفراز[5] آنزیمی است که باعث تسریع تبدیل سالیسیلیک اسید به بتاگلیکوزیدسالیسیلیک‌اسید[6] می‌شود. سالیسیلیک اسید بخشی از مسیر پاسخ درون‌زای گیاه است که نقش موثری در پاسخ به انواع تنش‌های زیستی و محیطی دارد (۳۹).

تبادل‌های گازی درخت یکی از نخستین متغیرهای زیر تاثیر شرایط محیطی و اعمال تیمارهای مختلف است. هدایت روزنه‌ای، انتقال دی‌اکسیدکربن به بافت‌های مزوفیل برگ و کلروپلاست، مقدار فتوسنتز، هدایت مزوفیلی و تعرق از آن جمله هستند (۱۰). فتوسنتز حساس‌ترین فرآیند فیزیولوژیک گیاهان تحت تاثیر تغییرات شرایط محیطی (دماهای بالا) در مراحل رویشی و زایشی است. رنگدانه‌های فتوسنتزی برای جذب نور و فرآیندهای احیاکنندگی ضروری هستند که از بین این رنگدانه‌ها، کلروفیل نقش بسیار مهمی در تعیین ظرفیت فتوسنتزی برگ ایفا می‌کند (۲۱). عملکرد، تابعی از چگونگی توزیع سیستم ریشه در حجم گسترده‌ای از خاک، برای جذب آب و ماده‌های غذایی می‌باشد. کارایی استفاده از آب در فرایند آلی‌سازی گیاه توسط کارایی مصرف آب بیان می‌گردد. این شاخص می‌تواند چگونگی بهینه شدن ظرفیت فتوسنتز خالص در واحد آب برگ را پیش‌بینی نماید. کارایی مصرف آب یک شاخص مهم در تعیین کارایی آب در رشد گیاه است و هم‌چنین شاخص مفید در تعیین عملکرد گیاه در ارتباط با شرایط خاکی می‌باشد. کارایی مصرف آب در ارتباط با مصرف بهینه آب گیاهان است (۲۶).

۱- Glycine betaine ۲- Salicylic acid ۳- Phenylalanine ۴- Stratification
۵- Salicylic glycosyltransferase ۶- Beta glucoside salicylic acid

پژوهش‌های بسیاری سعی در بررسی ترکیب‌های مختلف در شرایط تنش به جهت اثرگذاری و حفظ روند رشدی و کاهش اثرهای تنش را داشته‌اند، اما اثر این ترکیب‌ها در شرایط بدون تنش مورد سنجش قرار نگرفته است. بنابراین، هدف این پژوهش بررسی اثر دو ترکیب گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید در شرایط بدون تنش بر تبادل‌های گازی، ویژگی‌های فتوسنتزی، عنصرهای پر مصرف و ترکیب‌های برگ سه رقم زیتون آربکین[1] کرونائیکی[2] و کنسروالیا[3] بود.

مواد و روش‌ها

محل و زمان اجرای پژوهش

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۵ در ایستگاه تحقیقات زیتون شهرستان طارم استان زنجان در مختصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی روی سه رقم زیتون (آربکین، کرونائیکی و کنسروالیا) در سه تکرار اجرا شد که همه رقم‌ها در سال آور[4] خود قرار داشتند. در باغ زیتونی که این پژوهش اجرا شد، عملیات زراعی و باغی از جمله تغذیه و آبیاری (قطره‌ای) در طول سال به طور یکسان انجام گرفت و اطلاعات هواشناسی توسط سیستم‌های سازمان هواشناسی مستقر در ایستگاه تحقیقات زیتون ثبت شد. سن درختان هر سه رقم یکسان (همه ۱۵ تا ۱۶ ساله) بود. آنالیزهای شیمیایی در آزمایشگاه‌های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان و نیز آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان انجام گرفت.

ویژگی‌های رقم‌های مورد مطالعه

سه رقم آربکین (رقم روغنی، زودبارده و دارای عملکرد زیاد و ثابت)، کرونائیکی (روغنی، دیررس با باردهی و عملکرد روغن بالا) و کنسروالیا (دومنظوره، دارای میوه‌ی درشت و زودرس) انتخاب شدند.

غلظت و زمان محلول‌پاشی گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید

ترکیب‌های گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید به ترتیب از شرکت‌های سیگما[5] و مرک[6] تهیه شدند. تیمارها شامل گلایسین‌بتائین در غلظت‌های آب شهری (آب لوله کشی شده)، ۱۰ و۲۰ میلی‌مولار و سالیسیلیک اسید در غلظت‌های آب شهری، ۳ و ۶ میلی‌مولار بود که در دو مرحله، پس از تشکیل میوه (مرحله اول از پنج مرحله رشدی میوه) و در هنگام سخت شدن هسته (مرحله سوم رشد میوه یا Pit hardening) محلول‌پاشی شد. به‌طور معمول محلول‌پاشی در ساعت‌های پایانی روز، با کمک دستگاه سمپاش و روی کل درخت انجام گرفت. به‌دلیل بالا بودن نمک‌های آب چاه‌های منطقه، برای محلول پاشی از آب لوله‌کشی شهری استفاده شد.

تعیین ویژگی‌های گل و گل‌آذین و درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی

از ابتدای فصل رشد، ویژگی‌های گل و گل‌آذین و هم‌چنین درصد تشکیل میوه اولیه و ثانویه ثبت شد. ابتدا چهار شاخه در چهار جهت درخت منطبق بر دستورالعمل شورای بین‌المللی زیتون[7] (IOC) انتخاب و سپس اندازه‌گیری شمار گل در شاخه و شمار گل‌آذین در شاخه، در مرحله‌ی سفیدی جوانه‌ها که رشد طولی محور آن‌ها کامل شده و تغییر نمی‌کند، شمارش شدند. برای اندازه‌گیری میزان تشکیل میوه‌ی اولیه، دو هفته پس از تمام گل[8]، شمار میوه‌های تشکیل شده روی شاخه‌های نشانه‌گذاری شده (چهار شاخه در چهار جهت درخت انتخاب شده و برای این بخش مورد استفاده قرار گرفت)، شمارش شدند و درصد تشکیل میوه‌ی اولیه با استفاده از رابطه‌ی ۱ محاسبه شد. درصد تشکیل میوه‌ی نهایی نیز با شمردن شمار میوه‌ی باقیمانده در شش هفته پس از تمام گل محاسبه شد (۳۳).

(۱) ۱۰۰ × (تعداد کل گل‌ها / تعداد میوه‌های تشکیل شده) = درصد تشکیل میوه اولیه

اندازه‌گیری طول و قطر میوه و هسته و وزن میوه

طول و قطر میوه و هسته با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. نسبت طول به قطر نیز از تقسیم آن‌ها به دست آمد. وزن میوه نیز با استفاده از ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ ثبت شد (۳۴).

۱- Arbequina ۲- Koroneiki ۳- Conservolia ۴- On year ۵- Sigma-aldrich ۶- Merck
۷- International Olive Council ۸- Full bloom

اندازه‌گیری پرولین

برای اندازه‌گیری پرولین[1]از روش Bates و همکاران (۵) استفاده شد که در آن ۰/۱ گرم از برگ (نمونه برداری شده در نیمه مرداد ماه) پودر شده با ازت مایع، برداشته شده و با ۴ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۳ درصد مخلوط شد. مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه شیکر شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. از قسمت رونشین عصاره و محلول‌های استاندارد پرولین (غلظت‌های صفر، ۱، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پرولین) به میزان ۲ میلی‌لیتر برداشته شد، در لوله آزمایش ریخته و ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین[2] و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال[3] به آن اضافه شد و لوله‌ها به مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. پس از خنک شدن نمونه‌ها، به هر لوله آزمایش ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد و ۱۵ تا ۲۰ دقیقه تکان داده شد تا دو لایه کاملا مجزا از هم تشکیل شود و پرولین وارد فاز تولوئن[4] شود. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با دستگاه طیف سنج نوری[5] (Milton ROY – 21D Thermo) ساخت کشور آمریکا ثبت شد که میزان پرولین موجود در نمونه‌ها به صورت میکرومول پرولین بر گرم ماده تر با استفاده از رابطه‌ی ۲ مورد تجزیه قرار گرفت.

(۲) (نیم گرم نمونه) / {۱۵۵/۵ / [تولوئن (میلی‌لیتر) × پرولین (میکروگرم بر میلی‌لیتر)]} = پرولین (میکرومول بر گرم)

تولوئن: میزان تولوئن مصرف شده برای هر نمونه (۴ میلی‌لیتر) و عدد ۱۵۵/۵ جرم مولکولی پرولین

اندازه‌گیری فنول برگ

میزان فنول کل موجود در عصاره‌های گیاهی با استفاده از معرف فولین سیکالتو[6] ارزیابی شد. به این صورت که مقدار ۰/۵ گرم از برگ‌های تازه (نمونه برداری شده در نیمه مرداد ماه) در داخل متانول له شده و سپس مخلوط حاصل به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. مقدار ۵۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی به داخل یک لوله آزمایش حاوی ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه شد. سپس مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیکالتو ۱۰ درصد به مخلوط واکنش اضافه گردید. بعد از ده دقیقه، واکنش مذکور با افزودن ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم (۷/۵ درصد) خنثی گردید. دو ساعت بعد از قرارگیری در شرایط تاریک و دمای اتاق، میزان جذب نوری آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر ثبت گردید. در نهایت مقدار فنول کل با استفاده از منحنی استاندارد تهیه شده با اسید گالیک محاسبه شد (۳۱).

اندازه‌گیری مقادیر عنصرهای پر مصرف

برای تعیین مقدار عنصرهای موجود در برگ، پس از شستن و خشک کردن برگ‌ها (نمونه برداری شده در نیمه مرداد ماه) در دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت و آماده‌سازی، هضم نمونه‌ها به روش اکسیداسیون تر انجام گرفت. اندازه‌گیری نیتروژن با روش کجلدال[7] و اندازه‌گیری پتاسیم با روش شعله‌سنجی و با دستگاه فلیم‌فتومتر[8] مدل Corning ۴۱۰ و فسفر به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Thermo Milton ROY ساخت کشور آمریکا انجام گرفت (۱۷).

اندازه‌گیری پارامترهای تبادل‌های گازی، فتوسنتز، کلروفیل و کارایی مصرف آب

از هر درخت ۱۰ برگ به صورت تصادفی (از پیرامون درخت و در ارتفاع شانه) برداشته و به کمک دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502, Minolta, Japan) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و میانگین آن‌ها به عنوان شاخص کلروفیل در تجزیه آماری مورد آنالیز قرار گرفت. واحد شاخص کلروفیل SPAD Unit بود. میزان فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، CO_2 زیر روزنه‌ای با استفاده از دستگاه Infra-Red Gas Analyzer (IRGA) (مدل Lci-ADC-Uk) به طور تصادفی از سه برگ هر درخت و در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور بالای ۱۵۰۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه اندازه‌گیری شد. کارایی مصرف آب از تقسیم فتوسنتز بر تعرق به‌دست آمد و شاخص هدایت مزوفیلی نیز حاصل نسبت فتوسنتز بر CO_2 زیر روزنه است (۳۲).

۱- Proline ۲- Ninhydrin ۳- Glacial acetic acid ۴- Toluene ۵- Spectrophotometr ۶- Folin Ciocalteu
۷- kjeldahl ۸- Flame Fetometer

واکاوی آماری

داده‌های به دست آمده بر پایه آزمایش فاکتوریل با سه عامل گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید و رقم در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی در سه تکرار تجزیه‌ی واریانس شدند. مقایسه‌ی میانگین داده‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. تجزیه‌ی واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام گرفت.

نتایج

بررسی ویژگی‌های گل، گل‌آذین و درصد تشکیل میوه‌ی اولیه و نهایی در سه رقم زیتون

در این پژوهش افزون بر بررسی اثر گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های مختلف درخت و میوه‌ی زیتون، تاثیر عامل رقم، به جهت مشخص شدن اختلاف بین رقم‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اینکه رخداد این ویژگی‌ها پیش از اعمال تیمارها بوده است، تغییرهای بین این ویژگی‌ها تنها در سطح تاثیر رقم مورد آنالیز آماری قرار گرفت.

مطالعه اثر رقم بر ویژگی‌های گل، گل‌آذین و درصد تشکیل میوه‌ی اولیه و نهایی نشان داد تفاوت معنی‌دار در بین رقم‌ها از نظر تعداد کل گل، تعداد گل کامل، درصد تشکیل میوه‌ی اولیه و نهایی وجود داشت؛ اما تاثیر معنی‌داری بر تعداد گل‌آذین دیده نشد.

مقایسه بین رقم‌ها نشان داد رقم کنسروالیا تعداد کل گل بیشتری تولید کرد اما در حفظ و تبدیل آن به گل کامل به اندازه‌ی رقم کرونائیکی موفق نبوده است. رقم کرونائیکی تعداد گل کامل بیشتری داشت. هم‌چنین، درصد تشکیل میوه‌ی اولیه و نهایی در دو رقم آربکین و کرونائیکی به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم کنسروالیا بود (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های گل و گل‌آذین و درصد تشکیل میوه اولیه و نهایی سه رقم زیتون.

Table 1. Comparison of flower and inflorescence properties and the percentage of primary and final fruit set of three olive cultivars.

رقم Cultivar	تعداد کل گل در گل‌آذین Total number of flowers in inflorescence	تعداد گل کامل در گل‌آذین The number of full flowers in inflorescence	درصد تشکیل میوه اولیه Percentage of the initial fruit set (%)	درصد تشکیل میوه نهایی Percentage of the final fruit set (%)
آربکین Arbequina	13.1 c	5.3 b	16.4 a	15.3 a
کرونائیکی Koroneiki	17.0 b	9.1 a	19.1 a	18.1 a
کنسروالیا Conservolea	19.2 a	6.4 b	8.5 b	6.6 b

†In each column, means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability.

†در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف‌های مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد.

بررسی اثر گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های میوه سه رقم زیتون

نتیجه تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم بر این ویژگی‌ها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود؛ هم‌چنین اثر گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر محصول تولیدی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بررسی اثر رقم نشان داد رقم کنسروالیا میوه‌های درشت‌تری داشت، اما در بررسی ویژگی‌های نسبت طول بر قطر میوه و نسبت گوشت به هسته، رقم کرونائیکی بیشتر بود و در نسبت طول به قطر هسته رقم کنسروالیا و کرونائیکی به صورت برابر از رقم آربکین بیشتر بودند (جدول ۲). اثر ساده تیمار گلایسین‌بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر محصول تولیدی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود، اما برهمکنش این تیمارها معنی‌دار نشد. در بررسی اثر تیمار گلایسین‌بتائین، بیشترین مقدار محصول تولیدی (۹۵/۱۱ کیلوگرم) در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۲۰ میلی‌مولار داشت و کمترین محصول (۸۹/۵۸ کیلوگرم) در تیمار ۱۰ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۱). در بین غلظت‌های سالیسیلیک اسید، کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۳ میلی مولار منجر به افزایش محصول تولیدی شد. بررسی مقدار این ویژگی بین رقم‌ها مشخص کرد رقم کنسروالیا مقدار محصول بیشتری را تولید کرده است و پس از آن رقم کرونائیکی قرار دارد (شکل ۱).

جدول ۲- اثر رقم بر ویژگی‌های میوه سه رقم زیتون.

Table 2. Effect of cultivars on the fruit characteristics of three olive cultivars.

رقم Cultivar	طول میوه Fruit length (mm)	قطر میوه Fruit diameter (mm)	نسبت طول به قطر میوه Ratio of length to diameter of fruit	طول هسته Stone length (mm)	قطر هسته Stone diameter (mm)	نسبت طول به قطر هسته Ratio of length to diameter of the stone	نسبت گوشت به هسته fruit flesh/stone ratio	وزن ۲۰ میوه Weight of 20 fruits	محصول تولیدی Product (kg per tree)
آربکین Arbequina	16.76 b	14.40 b	1.16 c	11.33 b	6.96 b	1.63 b	1.48 b	40.65 b	30.03 c
کرونائیکی Koroneiki	16.11 c	9.84 c	1.64 a	10.27 c	5.06 c	2.03 a	1.57 a	32.31 c	54.06 b
کنسروالیا Conservolea	23.77 a	18.01 a	1.32 b	16.31 a	8.23 a	1.98 a	1.46 b	115.53 a	91.86 a

†در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشترک درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد.

†In each column means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability.

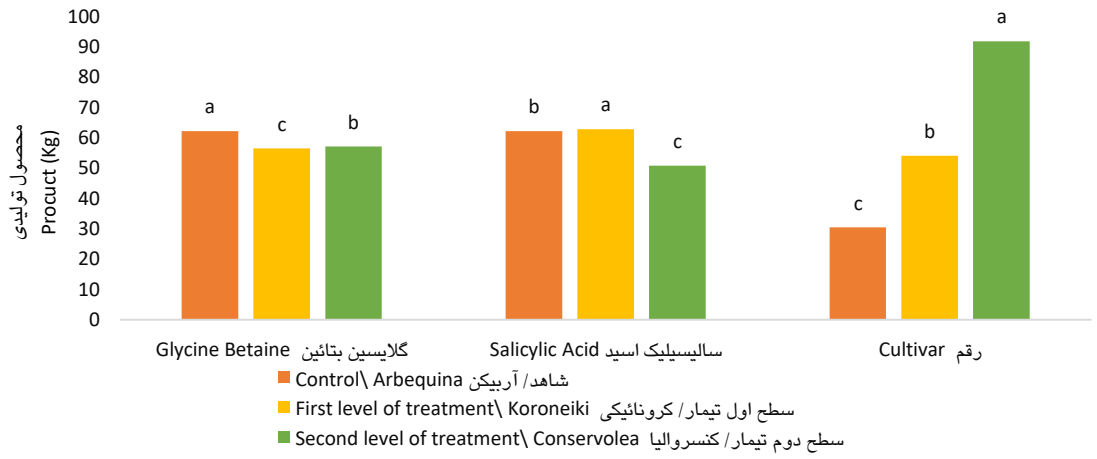

Fig. 1. Comparison of the Effect of Glycine bBetaine, Salicylic Acid and Cultivar on the production of three olive cultivars.

شکل ۱- مقایسه اثر گلایسین‌بتائین، سالیسیلیک‌اسید و رقم بر محصول تولیدی سه رقم زیتون.

بررسی اثر گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر عنصرها و ترکیب‌های برگ سه رقم زیتون

بررسی تاثیر تیمارهای مختلف بر فنول کل برگ سه رقم زیتون نشان داد اثر ساده و برهمکنش تیمارها به جز برهمکنش سالیسیلیک اسید و رقم معنی‌دار شدند. بررسی اثر ساده تیمار گلایسین‌بتائین مشخص کرد سطح ۱۰ میلی‌مولار، مقدار فنول کل برگ را نسبت به شاهد افزایش داد، اما سطح ۲۰ میلی‌مولار، مقدار این ترکیب را کاهش داد و در تیمار سالیسیلیک اسید هر دو سطح منجر به افزایش مقدار این ترکیب نسبت به شاهد شدند. سطح ۶ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به طور معنی‌داری کمتر از سطح ۳ میلی‌مولار و تیمار شاهد مقدار فنول کل را افزایش داد. در بررسی بین رقم‌ها از نظر مقدار این ترکیب‌ها مشخص شد رقم کرونائیکی بالاترین و رقم کنسروالیا کمترین مقدار را دارند (جدول ۳).

بررسی تغییرهای پرولین مشخص کرد اثر تیمار گلایسین‌بتائین و تاثیر رقم معنی‌دار بوده و سالیسیلیک اسید به تنهایی نتوانست تاثیر معنی‌داری را ایجاد کند، اما برهمکنش آن با گلایسین‌بتائین معنی‌دار شده است. سطوح مختلف تیمار

گلایسین‌بتائین مقدار پرولین را نسبت به شاهد کاهش دادند. مقایسه بین رقم‌ها نیز مشخص کرد رقم کرونائیکی مقدار بیشتری از پرولین را داشت و پس از آن رقم کنسروالیا قرار گرفت (جدول ۳).

طی بررسی تغییرهای عنصرهای زیر تاثیر تیمارها، سه عنصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم سنجیده شدند. مشخص شد که اثر این تیمارها بر نیتروژن به جز اثر سالیسیلیک اسید معنی‌دار بود. در بررسی اثر ساده تیمار گلایسین‌بتائین مشخص شد اختلاف معنی‌داری بین شاهد و سطح ۱۰ میلی‌مولار این تیمار وجود ندارد، اما سطح ۲۰ میلی‌مولار، مقدار نیتروژن برگ را کاهش داد. بررسی اختلاف بین عنصرها مشخص کرد رقم کنسروالیا مقدار نیتروژن کمتری در برگ خود از دو رقم دیگر داشت.

تنها اثر ساده‌ی تیمارها بر مقدار فسفر برگ معنی‌دار شد و برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نشد. غلظت ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین توانست مقدار فسفر برگ را نسبت به شاهد افزایش دهد، اما تاثیر تیمار ۲۰ میلی‌مولار این تیمار اختلاف معنی‌داری را با شاهد ایجاد نکرد. بررسی اختلاف بین رقم‌ها نیز مشخص کرد رقم آربکین مقدار فسفر بیشتری را نسبت به دو رقم دیگر داشت. مقایسه نتیجه‌های تاثیر تیمارها بر مقدار پتاسیم برگ سه رقم زیتون نشان داد گلایسین‌بتائین نتوانسته اثر معنی‌داری ایجاد کند، اما اختلاف ناشی از تیمار سالیسیلیک اسید و رقم معنی‌دار بود. تیمار ۶ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت، اما غلظت ۳ میلی‌مولار این تیمار منجر به کاهش مقدار پتاسیم برگ نسبت به شاهد شد. در مقایسه بین رقم‌ها نیز مشخص شد همسو با روند تغییر عنصرهای نیتروژن و فسفر، رقم آربکین مقدار پتاسیم بالاتری را در برگ خود داشت و پس از آن رقم کرونائیکی و کنسروالیا قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۳- اثر گلایسین‌بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر ترکیب‌های برگ سه رقم زیتون.

Table 3. Effect of glycine betaine, salicylic acid and cultivar on leaf compositions of three olive cultivars.

تیمارها Treatments		فنول کل Total phenol (mg/g FW)	پرولین Proline (µmol/g FW)	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (%)	پتاسیم Potassium (%)
گلایسین‌بتائین Glycine betaine	شاهد Control	99.65 b	0.87 a	1.62 a	0.079 b	0.95 a
	10 Mm	103.38 a	0.78 b	1.69 a	0.084 a	0.92 a
	20 Mm	95.84 c	0.79 b	1.51 b	0.078 b	0.90 a
سالیسیلیک اسید Salicylic acid	شاهد Control	95.09 c	0.83 a	1.66 a	0.090 a	0.95 a
	3 Mm	104.22 a	0.80 a	1.62 a	0.079 b	0.87 b
	6 Mm	99.56 b	0.82 a	1.55 a	0.072 c	0.95 a
رقم Cultivar	آربکین Arbequina	99.65 b	0.70 c	1.72 a	0.084 a	1.10 a
	کرونائیکی Koroneiki	102.78 a	0.89 a	1.63 a	0.079 b	0.90 b
	کنسروالیا Conservolea	97.04 c	0.85 b	1.47 b	0.077 c	0.78 c

†در هر ستون میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد.

†In each column means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability

بررسی اثر گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز، تعرق، شاخص کلروفیل و تبادل‌های گازی برگ سه رقم زیتون

بررسی اثرگذاری تیمارها بر CO_2 زیر روزنه نشان داد تغییرهای این ویژگی تنها در سطح رقم و تیمار گلایسین‌بتائین معنی‌دار شد. بررسی تغییرها نشان داد تیمار ۲۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین توانسته CO_2 زیر روزنه‌ای را در سطح شاهد حفظ کند، اما تیمار ۱۰ میلی‌مولار منجر به کاهش این ویژگی شد. تغییرهای سالیسیلیک اسید نیز مشخص کرد اختلاف معنی‌داری

زیر تاثیر این تیمار رخ نداده است. در مقایسه بین رقم‌ها مشخص شد رقم آربکین مقدار CO_2 زیر روزنه‌ی کمتری نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۴).

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمار گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر تعرق در هر سه رقم زیتون معنی‌دار شد به صورتی که سطح ۲۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین منجر به افزایش تعرق نسبت به شاهد و تیمار ۱۰ میلی‌مولار شد. تیمار ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید نیز تاثیر مشابهی داشت و اختلاف سطح ۶ میلی‌مولار این تیمار با شاهد معنی‌دار نشد. بررسی مقادیر این ویژگی بین رقم‌ها نیز مشخص کرد رقم کنسروالیا تعرق بیشتری از دو رقم دیگر داشت و رقم کرونائیکی نیز تعرق بیشتری از رقم آربکین داشت (جدول ۴).

جدول ۴- اثر گلایسین‌بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر فتوسنتز، تعرق، کلروفیل و تبادل‌های گازی برگ سه رقم زیتون.

Table 4. Effect of glycine betaine, salicylic acid and cultivar on photosynthesis, transpiration, chlorophyll and leaf gas exchanges of three olive cultivars.

تیمار Treatments		دی‌اکسیدکربن زیر روزنه CO_2 under the stomata (mmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	تعرق Transpiration (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})	هدایت روزنه‌ای Stomatal conductance (mol CO_2 m^{-2} s^{-1})	فتوسنتز Photosynthesis (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})	هدایت مزوفیلی Mesophyll conductance (mol CO_2 m^{-2} s^{-1})	کارایی مصرف آب Water use efficiency (mol CO_2 mol H_2O^{-1})	شاخص کلروفیل Chlorophyll index
گلایسین‌بتائین Glycine betaine	شاهد Control	184.88 a	2.64 b	0.076 a	7.49 a	0.040 a	98.96 a	78.40 a
	10 Mm	176.70 b	2.65 b	0.066 b	6.89 ab	0.039 ab	103.30 a	75.65 b
	20 Mm	189.51 a	2.79 a	0.075 a	6.48 b	0.034 b	86.80 b	75.39 b
سالیسیلیک اسید Salicylic acid	شاهد Control	179.51 a	2.69 b	0.073 b	7.41 a	0.041 a	101.31 a	77.44 a
	3 Mm	187.25 a	2.81 a	0.077 a	7.02 ab	0.037 ab	90.53 a	75.75 a
	6 Mm	184.33 a	2.59 b	0.066 c	6.42 b	0.035 b	97.23 a	76.25 a
رقم Cultivar	آربکین Arbequina	178.11 b	2.44 c	0.065 b	5.88 b	0.033 b	90.83 a	73.51 b
	کرونائیکی Koroneiki	187.07 a	2.69 b	0.076 a	7.49 a	0.040 a	98.12 a	77.01 a
	کنسروالیا Conservolea	185.92 a	2.96 a	0.075 a	7.48 a	0.041 a	100.11 a	78.92 a

†در هر ستون میانگین‌هایی که حرف‌های مشترک دارند درسطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد.

†In each column means with the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% level of probability

بررسی اثر تیمارها بر هدایت روزنه‌ای مشخص کرد اثر ساده هر دو تیمار به همراه اثر ساده رقم معنی‌دار بود. مقدار این ویژگی زیر تاثیر تیمار ۲۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین برابر با مقدار این ویژگی در شاهد بود، اما سطح ۱۰ میلی‌مولار این تیمار منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای شد. در بررسی سطوح مختلف تیمار سالیسیلیک اسید مشخص شد سطح ۳ میلی‌مولار این تیمار توانسته مقدار هدایت روزنه‌ای را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهد، اما سطح ۶ میلی‌مولار تیمار، مشابه تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین، مقدار هدایت روزنه‌ای را کاهش داده است. در بین رقم‌ها نیز اختلاف معنی‌دار بود و رقم آربکین مقدار هدایت روزنه‌ای کمتری را نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۴).

بررسی مقادیر فتوسنتز نشان داد اثر ساده گلایسین‌بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم بر این ویژگی به طور کامل معنی‌دار بود. سطوح اول هر دو تیمار (به ترتیب ۳ و ۱۰ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و گلایسین‌بتائین) توانستند فتوسنتز را در سطح شاهد حفظ کنند، اما سطوح بالای این تیمارها (به ترتیب ۶ و ۲۰ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و گلایسین‌بتائین) اثر کاهشی را نشان دادند. مقدار فتوسنتز در رقم آربکین کمتر از دو رقم دیگر بود، اما رقم کرونائیکی و کنسروالیا با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند.

بررسی اثر تیمارها بر کارایی مصرف آب نشان داد تنها اثر مستقیم گلایسین‌بتائین بر این ویژگی معنی‌دار بود. در مقایسه اثر سطوح مختلف این تیمار بر کارایی مصرف آب مشخص شد سطح ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین توانست مقدار این ویژگی را در سطح نمونه شاهد حفظ کند، اما سطح ۲۰ میلی‌مولار این تیمار اثر کاهشی داشت. بررسی اثرگذاری تیمارها بر هدایت مزوفیلی نشان داد اثر گلایسین‌بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم معنی‌دار بود. در بین سطوح مختلف گلایسین‌بتائین مشخص شد سطح ۲۰ میلی‌مولار این تیمار منجر به کاهش هدایت مزوفیلی نسبت به شاهد شد، اما سطح ۱۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. این رابطه در مورد تیمار سالیسیلیک اسید نیز درست بود. در بررسی اختلاف بین رقم‌ها نیز مشخص شد رقم کنسروالیا و کرونائیکی مقدار هدایت مزوفیلی بیشتری را از رقم آربکین نشان دادند (جدول ۴).

بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمار گلایسین‌بتائین و رقم بر شاخص کلروفیل معنی‌دار بود و سالیسیلیک اسید به تنهایی در سطوح مختلف نتوانست تغییر معنی‌داری ایجاد کند، اما برهمکنش آن با گلایسین‌بتائین منجر به ایجاد اختلاف معنی‌دار شد. در بررسی بین رقم‌ها روند تغییر ویژگی‌هایی چون هدایت مزوفیلی، فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و CO_2 زیر روزنه زیر تاثیر تیمارهای آزمایش یکسان بود به صورتی که رقم کنسروالیا و کرونائیکی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۴).

بحث

گل‌های زیتون به‌طور معمول به دو صورت کامل (دارای مادگی سالم به رنگ سبز و با خامه کوتاه و تخمدان سبزرنگ و پرچم‌های سالم با دانه گرده طبیعی و زایا) و نر (دارای مادگی نازک، زرد رنگ، فاسد شده و عقیم با تخمک سقط شده) دیده می‌شوند. تعداد گل در بین رقم‌های مختلف زیتون متفاوت است و این مسئله می‌تواند تعیین‌کننده‌ی میزان محصول یک رقم باشد. از گل‌های کامل میوه‌های طبیعی و سالم تولید می‌شود. گاهی کاهش تولید محصول به علت ریزش گل‌ها و میوه‌ها است. مشخص شده است که تفاوت‌های بالایی در درصد تشکیل گل کامل بین رقم‌های مختلف زیتون وجود دارد؛ به طوریکه درصد تشکیل گل‌های کامل در درختان زیتون می‌تواند از ۲۰ تا ۹۶ درصد متغیر باشد (۳۳). بررسی نتیجه‌ها نشان داد از بین سه رقم آربکین، کرونائیکی و کنسروالیا، رقم کرونائیکی توان بالاتری در تولید گل کامل و تبدیل آن به میوه نهایی را داشت.

نتیجه‌های پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش‌های پیشین روی بررسی ویژگی‌های مربوط به گل‌دهی در زیتون هم‌راستا است. عبادی و همکاران (۹) پس از بررسی تنوع ژنتیکی و برخی ویژگی‌ها در ۳۰ رقم زیتون، رقم خدیری[۱] را دارای بیشترین تعداد گل آذین در شاخه، رقم کایلتیه[۲] را دارای بیشترین گل در گل‌آذین، رقم ابوسطل[۳] را دارای بیشترین تعداد گل و رقم دوئبلی[۴] را دارای بیشترین درصد گل کامل معرفی کردند. جامی و همکاران (۱۴) نیز رقم آمیگدالولیا[۵] را دارای بیشترین شمار گل‌آذین و گل در شاخه معرفی کردند.

تفاوت در اندازه میوه به پتانسیل تشکیل میوه که مرتبط با ویژگی رقم‌ها است، بستگی دارد. مشخص شده است که توان بالقوه تولید میوه در درخت زیتون توسط عوامل مختلفی از جمله رقم تعیین می‌شود، با این حال هنوز مسیر بین گل‌آذین و گل تا میوه‌ی کامل به طور دقیق مشخص نشده است. همان‌طوری که بیان شد عملکرد تجاری مناسب زیتون در زمان حفظ ۱ تا ۲ درصد از گل‌های اولیه به‌دست می‌آید. این مسئله وجود رابطه خاص بین گل‌آذین فراوان، تعداد گل، توزیع و موقعیت گل با میوه تشکیل شده را بیان می‌کند (۱۹). نتیجه‌های پژوهش حاضر در اختلاف بین ویژگی‌های میوه در بین رقم‌های مختلف زیتون در راستای نتیجه‌های عبادی و همکاران (۹) بود.

۱- Khodeiry ۲- Cailletier ۳- Abosatel ۴- Doebli ۵- Amigdalolia

دوره رشد میوه زیتون به پنج مرحله‌ی اصلی تقسیم می‌شود که اثرگذاری بر هر کدام از این مراحل می‌تواند بر اندازه‌ی نهایی میوه اثرگذار باشد. مرحله اول باروری و تنظیم میوه که مرحله تقسیم یاخته و در پی آن توسعه یاخته‌ها است. قسمت زیادی از ریزش میوه در این مرحله اتفاق می‌افتد. مرحله دوم توسعه‌ی بافت هسته است. تقسیم و توسعه‌ی بافت گوشتی میوه با سرعت پایین در حال انجام است و انباشت روغن در این مرحله آغاز می‌شود. در پژوهش Lavee و همکاران (۱۹) اینگونه بیان شده است که با تاثیرگذاری بر این مرحله می‌توان بر رشد هسته و در پی آن بر نسبت گوشت بر هسته به ترتیب اثر کاهشی و افزایشی داشت. نکته جالب توجه این است اثر کاهشی متوسط بر رشد هسته (با وجود کاهش تقسیم یاخته‌ای و در نهایت کاهش عملکرد) اثری بر پتانسیل انباشت روغن ندارد. در مرحله سوم تلاش درخت بر سخت کردن هسته است و رشد قسمت بیرونی میوه و انباشت روغن کاهش می‌یابد. مرحله چهارم با توسعه‌ی قسمت گوشتی میوه (توسعه‌ی یاخته‌ای) و ساخت روغن شناخته می‌شود. این دوره دوره‌ی اصلی ساخت و انباشت روغن است. به دلیل بالا بودن سوخت و ساز و تنفس میوه در این مرحله هرگونه اثر منفی (انواع تنش‌ها و ترکیب‌ها) بر عملکرد روغن اثر مستقیم خواهد گذاشت (۲۹). مرحله آخر با ویژگی تغییر رنگ (سبز تیره به سبز روشن‌تر) و نرم شدن همراه است. انباشت روغن در این مرحله نیز وجود دارد، اما سرعت آن از مرحله چهارم کمتر است. تغییر اندازه میوه (توسعه‌ی یاخته‌ای) در این مرحله به پایان می‌رسد. دو مرحله محلول‌پاشی (محلول‌پاشی اول، ۲۲ خرداد و محلول پاشی دوم، پس از سخت شدن هسته و در مرداد ماه) بعد از مرحله‌ی تقسیم یاخته‌ای انجام گرفته است و از این رو، نمی‌تواند بر تقسیم یاخته‌ای موثر بوده باشد.

بیشتر بررسی‌ها در مورد گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید مربوط به کنترل آسیب‌های ناشی از تنش‌های مختلف است و کمتر در شرایط بدون تنش به بررسی تاثیر این ترکیب‌ها پرداخته شده است. نتیجه‌های پژوهش حاضر حاکی از عدم تاثیر این ترکیب‌ها بر ابعاد میوه بود که در راستای نتیجه‌های Meng و همکاران (۲۳) در مورد عدم تاثیر گلایسین‌بتائین و در راستای نتیجه‌های Aghaeifard و همکاران (۱) در مورد عدم تاثیر سالیسیلیک اسید بر اندازه میوه قرار داشت، اما بررسی‌هایی نیز نشان داده‌اند که گلایسین‌بتائین می‌تواند ویژگی‌های بیومتری و شیمیایی میوه‌ها را بهبود ببخشد (۱۱). Tantawy و همکاران (۳۷) در مطالعه‌ای روی گیاه گوجه‌فرنگی نشان دادند گلایسین‌بتائین می‌تواند واکنش گیاه به تنش شوری را با افزایش در فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای، کاهش در میزان تنفس نوری و افزایش میزان تشکیل میوه و عملکرد، بهبود بخشد. در نتیجه، میوه‌ها مقدار وزن، اندازه و مواد جامد محلول بیشتر و نیز پی‌اچ کمتری را نشان دادند.

نسبت طول به قطر میوه در اصل یکی از ویژگی‌های هر رقم است به طوری که هرچه اندازه طول میوه و قطر آن به همدیگر نزدیک‌تر باشند شکل میوه کروی‌تر خواهد شد. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد رقم آربکین دارای نسبت طول به قطر میوه و هسته پایین‌تری است. در نتیجه، میوه آن نسبت به دو رقم دیگر کروی‌تر است. برعکس این حالت نیز با اختلاف بالای اندازه‌ی طول نسبت به قطر درست است که نتیجه آن بیضوی شدن میوه است (۷). با توجه به نتیجه‌های پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد اگر هدف از استفاده ترکیب‌هایی چون گلایسین‌بتائین و اسید سالیسیلک، تاثیر گذاری بر اندازه میوه باشد باید زمان‌های محلول‌پاشی را تغییر داد.

به‌طور سنتی برگ درخت زیتون به عنوان یک درمان قدیمی برای مبارزه با تب و سایر بیماری‌ها مانند مالاریا بوده است. پژوهشگران مختلفی بر فعالیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی برگ درخت زیتون تاکید کرده‌اند. یکی از زمینه‌های موثر این برگ در درمان بیماری HIV-1 است (۱۸). برگ درخت زیتون حاوی مقدار زیادی از ترکیب‌های فنولی است. در درخت زیتون آمینواسیدهای آروماتیک فنیل‌آلانین و تیروزین[۱] از مسیر شیکمیک[۲] تولید می‌شوند. واکنش‌دهنده‌های اولیه فسفوانول پیرووات[۳] و ارتروز-۴ فسفات[۴] هستند که از راه گلیکولیز غیراکسیداتیو گلوکز تولید می‌شوند. فنیل‌آلانین پیش‌رونده‌ترین ترکیب فنولی است و فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز[۵] آنزیم مهم موثر در متابولیسم ترکیب‌های فنولی است (۳۸). ترکیب‌های فنولی متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند که نقش مهمی را در مقاومت به بیماری‌ها و آفات ایفا می‌کنند، اما دلیل اهمیت این ترکیب‌ها فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها است. میوه، هسته و برگ درخت زیتون دارای انواع ترکیب‌های فنولی است. برگ‌های

۱- Tyrosine ۲- Shikimic Acid ۳- Phosphoenolpyruvate ۴- Erythrose-4- Phosphate
۵- Phenylalanine ammonia lyase

زیتون شامل انواع مختلفی از مشتقات فنول شامل فنول‌های ساده (رایج‌ترین و با اهمیت‌ترین ترکیب‌های فنولی سبک)، فلاونوئیدها و سیکوریدوئیدها[1] است. هیدروکسی‌تری‌سول[2] به عنوان یکی از اجزای اصلی فنول‌های ساده در برگ زیتون شناخته می‌شود. فلاونوئیدها یکی دیگر از رایج‌ترین و گسترده‌ترین گروه‌های پلی فنولی برگ زیتون هستند. پرولین به عنوان یک اسمولیت سازگار، بدون آسیب رساندن به یاخته، در غلظت بالا در آن انباشت پیدا می‌کند. هم‌چنین، پرولین می‌تواند به عنوان یک منبع کربن-نیتروژن در یاخته عمل کند و دارای یک نقش حفاظتی از غشاء و پروتئین‌ها است. این ترکیب می‌تواند به عنوان یک گیرنده‌ی الکترون عمل کند و از آسیب به فتوسیستم‌ها جلوگیری کند (۳۵). نتایج این پژوهش نشان داد گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید توانستند مقدار ترکیب‌های فنولی را افزایش دهند به طوری که تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین توانست مقدار فنول کل برگ را از ۹۹/۶۵ mg/g FW در شاهد به ۱۰۳/۳۸ mg/g FW برساند. با این وجود سطح ۲۰ میلی‌مولار این تیمار اثری عکس داشت و نشانگر این است که یافتن سطح مناسب این تیمار با هدف اثرگذاری بر مقدار فنول برگ زیتون نیازمند بررسی بیشتری است. نتیجه‌های پژوهش حاضر مخالف نتیجه‌های Rasheed و همکاران (۳۰) بود که پس از بررسی اثر محلول‌پاشی گلایسین‌بتائین گزارش کردند این ترکیب نتوانسته است تاثیر معنی‌داری بر فنول کل برگ گندم ایجاد کند. هر دو سطح تیمار اسید سالیسلیک توانستند مقدار فنول برگ را نسبت به شاهد افزایش دهند به طوری‌که مقدار آن در تیمار ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به ۱۰۴/۲۲ mg/g FW رسید. حبیبی دستجرد و همکاران (۱۲) نیز از عدم تاثیر سالیسیلیک اسید بر مقدار فنول صحبت کرده‌اند. مقدار پرولین در برگ زیتون زیر تاثیر تیمار سالیسیلیک اسید تغییر معنی‌داری را ایجاد نکرد که در خلاف جهت نتیجه‌های گزارش شده توسط مولایی و همکاران (۲۵) بود. به هر حال، تیمار گلایسین‌بتائین منجر به کاهش مقدار پرولین شد.

سالیسیلیک اسید در گیاهان به طور کلی دارای یک نقش حفاظتی است و اثرهای کلیدی در جذب عنصرها، پایداری غشاء، روابط آبی، عملکرد روزنه‌ها و افزایش رشد دارد (۳۱). نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد سالیسیلیک اسید نتوانسته است تاثیر معنی‌داری بر مقدار نیتروژن و پتاسیم برگ داشته باشد و مقدار فسفر برگ را نیز نسبت به نمونه شاهد کاهش داده است که این نتیجه مشابه نتیجه Aghaeifard و همکاران (۱) بود. تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین نیز تنها توانست مقدار نیتروژن برگ را در سطح شاهد حفظ کند، اما مقدار فسفر برگ زیر تاثیر تیمار ۱۰ میلی‌مولار این ترکیب افزایش پیدا کرد.

در میان فرآیندهای فیزیولوژیک، فتوسنتز یکی از اساسی‌ترین این فرآیندها در رشد و تولید محسوب می‌شود. حفظ سرعت اسیمیلاسیون کربن از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. فتوسنتز اثرهای بلند مدت روی عملکرد دارد (۲۰). نتیجه‌های این پژوهش نیز نشان داد رقم کنسروالیا که محصول بیشتری تولید می‌کند، فتوسنتز بیشتری نیز نشان می‌دهد. بر اساس نتیجه‌های به دست آمده سطح ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین و ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید توانستند مقدار فتوسنتز را نسبت به شاهد در شرایط یکسانی حفظ کنند که Denaxa و همکاران (۸) طی مقایسه اثر محلول‌پاشی گلایسین‌بتائین، کائولین و آمبیول بر فتوسنتز رقم‌های مختلف زیتون نتیجه‌های مشابهی را گزارش کرده‌اند. تعرق روزنه‌ای نقش اصلی را در تنظیم دمای برگ دارد. افزایش در تعرق می‌تواند هم به دلیل افزایش میزان فتوسنتز و هم به دلیل افزایش هدایت روزنه‌ای باشد (۲۸). نتیجه‌های این پژوهش نیز ارتباط مستقیم تعرق با هدایت روزنه‌ای را تایید کرد. سطح ۲۰ مولار تیمار گلایسین بتائین منجر به ایجاد هدایت روزنه‌ای ۰/۰۷۵ $mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$ شد و در همین تیمار مقدار تعرق ۲/۷۹ $mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ بود. این شاخص میزان انتشار CO_2 را درون برگ برای فتوسنتز و تعرق بخار آب از برگ تعیین می‌کند. از این ویژگی می‌توان برای بهبود سازگاری گونه‌های مختلف گیاه به محیط‌های با شرایط خاص استفاده کرد. هدایت روزنه‌ای یک متغیر مرجع معرفی شده است که بستگی بیشتری به شرایط و گونه مورد مطالعه دارد. بسیاری از متغییرهای فتوسنتزی (مثل سرعت انتقال الکترون، کارایی کربوکسیلاسیون، شدت تنفس در نور و غیره) همبستگی بیش‌تری با هدایت روزنه‌ای دارند. همواره یک همبستگی مثبت بین کارایی مصرف آب و هدایت روزنه‌ای وجود دارد و هدایت روزنه‌ای یک معیار مناسب جهت گزینش رقم‌های دارای کارایی مصرف آب مناسب است (۲۲). سالیسیلیک اسید در سطح ۳ میلی‌مولار منجر به افزایش مقدار هدایت روزنه‌ای در برگ زیتون شد که مخالف نتیجه‌های گزارش شده توسط آذرمی و جلودار (۴) بود. در این پژوهش هدایت روزنه‌ای زیر تاثیر تیمار

۱- Secoiridoids

۲- Hydroxytyrosol

گلایسین‌بتائین اثرهای متناقضی نشان داد به نحوی که سطح ۱۰ میلی‌مولار این تیمار منجر به کاهش هدایت روزنه‌ای شد، اما سطح ۲۰ میلی‌مولار مقدار آن را در سطح شاهد حفظ کرد. Denaxa و همکاران (۸) با محلول‌پاشی گلایسین‌بتائین روی درخت زیتون گزارش کردند که این تیمار نتواست تاثیر معنی‌داری را ایجاد کند.

کلروفیل‌ها مولکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی به شمار می‌روند. میزان کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است. کلروفیل یکی از مهم‌ترین اجزای کلروپلاست برای فتوسنتز است و محتوای کلروفیل ارتباط مثبتی با سرعت فتوسنتز دارد. میزان کلروفیل شاخص مناسبی برای ارزیابی فعالیت فتوسنتزی و تولید مواد پرورده است. غلظت کلروفیل به عنوان یک شاخص برای ارزیابی قدرت منبع شناخته می‌شود، زیرا غلظت کلروفیل برگ‌ها یکی از عوامل کلیدی در تعیین سرعت فتوسنتز و تولید ماده خشک می‌باشد. رقم‌های دارای کلروفیل بیشتر، غلظت درون روزنه‌ای کمتر و هدایت مزوفیلی بیشتری داشتند (۳۶). وجود ارتباط مستقیم بین شاخص کلروفیل و فتوسنتز در نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نیز مشخص بود. همینطور مشاهده شد که در هرکدام از تیمارها که مقدار هدایت مزوفیلی بالاست، شاخص کلروفیل نیز مقدار بیشتری از سایر تیمارها را نشان می‌دهد. نتیجه‌های این پژوهش نشان از عدم تاثیر تیمار سالیسیلیک اسید بر شاخص کلروفیل داشت که نزدیک به نتیجه‌های آذرمی و جلودار (۴) بود. بر خلاف اثر سالیسیلیک اسید، تیمار گلایسین‌بتائین منجر به کاهش شاخص کلروفیل شد که مخالف نتیجه‌های Blunden و همکاران (۶) بود. هدایت مزوفیلی حاصل نسبت فتوسنتز به دی اکسید کربن زیر روزنه و کارایی مصرف آب حاصل نسبت فتوسنتز به هدایت روزنه‌ای است. به عبارت دیگر افزایش مقدار دی‌اکسید کربن زیر روزنه منجر به کاهش هدایت مزوفیلی می‌شود و تیمارهایی که هدایت روزنه‌ای را افزایش دهند به دلیل افزایش تعرق منجر به کاهش کارایی مصرف آب خواهند شد. بنابراین، تیمارهایی که تاثیر افزایشی بر هدایت روزنه‌ای و دی‌اکسید کربن زیر روزنه داشته باشند به طور طبیعی منجر به کاهش کارایی مصرف آب و هدایت مزوفیلی خواهند شد.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد رقم کنسروالیا در ابتدا گل بیشتری را نسبت به سایر رقم‌ها تولید کرد، اما دو رقم آربکین و کرونائیکی تعداد گل کامل و میوه نهایی بیشتری داشتند. به دلیل محلول‌پاشی بعد از دوره تقسیم یاخته‌ای، تیمارها نتوانستند بر اندازه میوه، هسته و نسبت گوشت به هسته به‌طور معنی‌داری اثرگذار باشند و تفاوت‌های موجود ناشی از اختلاف‌های بین رقم‌ها بود. برای مشخص شدن اثر تیمارها پیشنهاد می‌شود محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف از جمله پیش و در حین تقسیم یاخته‌ای انجام گیرد. با وجود نتیجه‌های فوق در بخش ویژگی‌های میوه، تاثیر بیشتر تیمارها بر ویژگی برگ معنی‌دار شد به نحوی که بیشترین مقدار فنول کل در رقم کرونائیکی با ترکیب تیماری ۱۰ میلی‌مولار گلایسین بتائین و ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد. نتیجه‌های این آزمایش مشخص کرد گلایسین‌بتائین تاثیر چندانی بر پرولین برگ ندارند و در این زمینه سطوح مختلف تیمار سالیسیلیک اسید موفق‌تر هستند. در نهایت مشخص شد ترکیب تیماری ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین و ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید که تاثیر افزایشی بر میزان تعرق و هدایت روزنه‌ای داشت، منجر به کاهش هدایت مزوفیلی و کارایی مصرف آب شد. در مقابل، تیمار ۲۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین و تیمار ۱۰ میلی‌مولار گلایسین‌بتائین به همراه ۳ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید اثر افزایشی بر فتوسنتز و کارایی مصرف آب داشتند. در نهایت، این پژوهش اثرگذاری افزایشی گلایسین‌بتائین و سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌هایی چون فنول برگ، فتوسنتز و کارایی مصرف آب در شرایط عادی را نیز تایید کرد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از رئیس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان زنجان آقای دکتر پرویز مرادی و مسئول ایستگاه تحقیقات زیتون طارم آقای مهندس کریم مصطفوی به دلیل همکاری در اجرای این پژوهش قدردانی می‌شود.

منابع References

1. Aghaeifard, F., M. Babalar, E. Fallahi, and A. Ahmadi. 2016. Influence of humic acid and salicylic acid on yield, fruit quality, and leaf mineral elements of strawberry cv. Camarosa. J. Plant Nutr. 39:1821-1829.

2. Alrashdi, A.M. A, A.D. Al-Qurashi, M.A. Awad, S.A. Mohamed, and A.A. Al-rashdi. 2017. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of ‘El-Bayadi’table grapes at harvest as affected by preharvest Salicylic Acid and gibberellic acid spray. Sci. Hort. 220:243–249.
3. Amiri, A. and B. Baninasab. 2016. Effect of Salicylic Acid on Vegetative and Physiological Parameters of Bitter Almond Seedlings under NaCl Stress. Iran. J. Hort. Sci. Tech. 17:1-12. (In Persian)
4. Azarmi, R. and N. Izadi Jeloudar. 2020. Effect of salicylic acid on some morphological properties, growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under shading conditions. J. Plant Prod. Res. 27: 191-204. (In Persian)
5. Bates, C.J., C. J. Prynne, and C.I. Levene. 1972. Ascorbate-dependent differences in the hydroxylation of proline and lysine in collagen synthesized by 3T6 fibroblasts in culture. Biochim. Biophys. Acta, Protein Struct, 278:610-616.
6. Blunden, G.,T. Jenkins, and Y.W. Liu. 1997. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. J. Appl. Phycol. 8:535-543.
7. Champa, W.A.H, M.I.S. Gill, B.V.C. Mahajan, and N.K. Arora. 2015. Preharvest salicylic acid treatments to improve quality and postharvest life of table grapes (*Vitis Vinifera* L.) Cv. Flame Seedless. J. Food Sci. Technol., 52:3607–3616.
8. Denaxa, N.P.A. Roussos, T. Damvakaris, and V. Stournaras. 2012. Comparative effects of exogenous glycine betaine, kaolin clay particles and Ambiol on photosynthesis, leaf sclerophylly indexes and heat load of olive cv. Chondrolia Chalkidikis under drought. Sci. Hort. 137:87-94.
9. Ebadi, R. M. Bihamta, and R. Bahmani. 2019. Assessment of genetic variation between some of the Iranian and foreign olive cultivars with using of quantitative and qualitative traits. Iran. J. Hort. Sci. 49: 845-858. (In Persian)
10. Fathi, H.M.E. Amiri, A. Emani, J. Hajilo and J. Nikbakht. 2017. Tolerance Almond Genotypes on GN15 Rootstock to Deficit Irrigation Stress on Some Physiological Characteristics and Leaf Temperature. Iran. J. Hort. Sci. Technol. 18:159-176. (In Persian)
11. Gonçalves, B., M.C. Morais, A. Sequeira, C. Ribeiro, F. Guedes, A.P. Silva, and A. Aires. 2020. Quality preservation of sweet cherry cv.'Staccato' by using glycine-betaine or Ascophyllum nodosum. Food Chem.
12. HabibiDastjerd, Z.L. Naseri, J. Amiri, and H. Dolati Baneh. 2019. Effects of gibberellic-acid and salicylic acid on phytochemical characteristics, antioxidant capacity and nutrient elements of Bidane-Sefid grape. J. Plant Prod. Res. 26: 103-120. (In Persian)
13. Incharoensakdi, A, T. Takabe, and T. Akazawa. 1986. Effect of betaine on enzyme activity and subunit interaction of ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase from aphanothece halophytica. Plant Physiol., 81:1044–1049.
14. Jami, M., V. Rabiei, and M. Taheri. 2016. Effect of harvesting time on fruit weight, oil accumulation and productivity of some olive cultivars (*Olea europaea* L.) in Tarrom region (Zanjan province). Iran. J. Hort. Sci. 47: 265-273. (In Persian)
15. Jolivet, Y, F. Larher, and J. Hamelin. 1982. Osmoregulation in halophytic higher plants: The protective effect of glycine betaine against the heat destabilization of membranes. Plant Sci. Lett., 25:193–201.
16. Karjalainen, R, A. Lehtinen, V. Hietaniemi, J. M. Pihlava, K. Tiilikkala, M. Keinanen, R. Julkunen-Tiitto, and K. Jokinen. 2002. Benzothiadiazole and glycine betaine treatments enhance phenolic compound production in strawberry. Acta Hort. 567:353-356.
17. Khademi, F. and M. Ghasemnejad. 2016. Effect of Salinity of Sodium Chloride on Vegetative Growth, Physiological Characteristics and Nutrient Content of Leaves of Koroneiki Cultivars 38I, Arbequina 18I and Zard (*Olea europea* L.), PhD Thesis. (In Persian)
18. Kontogianni, V.G. and I.P. Gerothanassis. 2012. Phenolic compounds and antioxidant activity of olive leaf extracts. Nat. Prod. Res. 26:186–89.
19. Lavee, S, L. Rallo, H.F. Rapoport, and A. Troncoso. 1996. The floral biology of the olive: effect of flower number, type and distribution on fruitset. Sci. Hort. 66 (96):149–158.
20. Lawlor, D. W. 1995. The effects of water deficit on photosynthesis. Environ. Plant Metab, 129–160.
21. Masoudi sedighiani, F. and M. A. Aminidehghi. 2017. Changes in Some Osmolytes and Potosynthetic Pigments Accumulation and Antioxidant Enzymes Activity in Potato under Water Stress in Greenhouse Conditions. Iran. J. Hort. Sci. Technol. 17:29-38. (In Persian)
22. Medrano, H, J. M. Escalona, J. Bota, J. Gulías, and Ja. Flexas. 2002. Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. Ann. Bot, 89:895–905.
23. Meng, Li, Zhi. Huanhuan and Y. Dong. 2019. Influence of Preharvest and Postharvest Applications of Glycine Betaine on Fruit Quality Attributes and Storage Disorders of ‘Lapins’ and ‘Regina’ Cherries. HortScience, 54:1540-1545.
24. Metwally, A, I. Finkemeier, M. Georgi, and K. Dietz. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in Barley seedlings. Plant Physiol, 132:272–81.

25. Molae, R.M. Aelaei, M. Arghavani, and J. Nikbakht, 2018. Effect of different irrigation regimes and salicylic acid on morphophysiological characters of Calendula officinalis L. under zanjan climate conditions. Iran. J. Hort. Sci. 48: 965-975. (In Persian)
26. Patumi, M, R.D. Andria, V. Marsilio, G. Fontanazza, G. Morelli, and B. Lanza. 2002. Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L. Cv. Kalamata) in different irrigation regimes. Food Chem, 77:27–34.
27. Peng, L, and Y. Jiang. 2006. Exogenous salicylic acid inhibits browning of fresh-cut Chinese water chestnut. Food Chem. 94:535-540.
28. Polley, H.W. 2002. Implications of atmospheric and climatic change for crop yield and water use efficiency. Crop Sci, 42:131–40.
29. Ranalli, A, A. Tombesi, M.L. Ferrante, and G.D. Mattia. 1998. Respiratory rate of olive drupes during their ripening cycle and quality of oil extracted. J. Sci. Food Agr. 77:359–67.
30. Rasheed, R, M. A. Ashraf., I. Hussain, M. Z. Haider, U. Kanwal, and M. Iqbal. 2014. Exogenous proline and glycinebetaine mitigate cadmium stress in two genetically different spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Rev. Bras. Bot. 37:399-406.
31. Romani, R. J, B. M. Hess, and C. A. Leslie. 1989. Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple discs and other plant tissues. J. Plant Growth Regul. 8:63-69.
32. Shojaei, M. and M. Gholami. 2020. Investigation of photosynthetic properties, gas exchange, leaf elements and compositions of Mastoidis, Manzanilla, Jolat and Mari olive cultivars. J. Plant Prod. Res. 27: 179-190. (In Persian)
33. Shojaei, M. M. Gholami and M. Taheri. 2019. Investigation of flower formation and fruit production of four olive cultivars under the influence of environmental conditions in Tarom region (Zanjan province). 11th Iranian Congress of Horticultural Sciences. (In Persian)
34. Siyahsar, M. M. Khezri, and I. Tavassolian. 2018. Effect of different pollinizer genotypes on some quantitative and qualitative characteristics and yield of the tissue cultured "Zahedi" date palm. Res. Pomol. 2: 41-53. (In Persian)
35. Talhaoui, N, A. Taamalli, A. M. Gómez-Caravaca, A. Fernández-Gutiérrez, and A. Segura-Carretero. 2015. Phenolic compounds in olive leaves: analytical determination, biotic and abiotic influence, and health benefits. Food Res. Int. 77:92–108.
36. Tanaka, A, and R. Tanaka. 2006. Chlorophyll metabolism. Curr. Opin. Plant Biol, 9:248-255.
37. Tantawy, Al. S, A. M. R. Abdel-Mawgoud, M. A. El-Nemr, and Y. Ghorra Chamoun. 2009. Alleviation of salinity effects on tomato plants by application of amino acids and growth regulators. Eur. J. Appl. Eng. Sci. Res. 30:484-494. 30.
38. Therios, I. N. 2009. Olives. CABI.
39. Tiwari, R. J, and R. N. S. Banafar. 1995. Application of nitrogen and phosphorus increases seed yield and essential oil of coriander. Indian J. Agr. Res. 19:51-55.

Horticultural Science and Technology 22 (2): 213- 226 (2021)
Research article

The Effect of Glycine Betain and Salicylic Acid on Gas Exchanges, Photosynthetic Characteristics, Macro Elements, Leaf Compounds and Fruit Characteristics of Three Olive Cultivars

M. Shojaei, M. Gholami and M. Taheri[1]

Olive consumption has been steadily increasing in recent years, due to the increase in consumption, attention to quality has become very important, so that researchers in various ways seek to maintain and improve the quality of the product of this plant. This experiment was designed and performed to investigate the effect of glycine betaine and salicylic acid on photosynthetic properties, macro elements, compounds in Leaf and fruit characteristics of three olive cultivars in a factorial experiment with three factors glycine betaine (water, 10 and 20 mM) and salicylic acid (water, 3 and 6 mM) and cultivars (Arbequina, Koroneiki and Conservolia). During this study were evaluated the flower characteristics, inflorescence, initial and final fruit formation percentage, fruit characteristics, Compounds in Leaf, photosynthesis, transpiration, chlorophyll and gas exchange. Proved the effect of glycine betaine, salicylic acid and cultivar on leaf elements and compounds was significant and the highest amount of total phenol observed in Koroneiki cultivar and 10 mM glycine betaine and 3 mM salicylic acid treatment. In the study of the effect of treatments on photosynthesis, transpiration, chlorophyll and gas exchange of leaves, it found that 20 mM glycine betaine treatment without salicylic acid and 10 mM glycine betaine combined with 6 mM salicylic acid had a positive effect on photosynthesis and water use efficiency. Finally, this study confirmed the increasing effects of glycine betaine and salicylic acid on indices such as leaf phenol, photosynthesis and water use efficiency under stress-free conditions.
Keywords: Olive, Photosynthesis, Water Use Efficiency, Chlorophyll and Proline.

1. Former Ph.D. student, Professor of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Associate Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Zanjan Province, Zanjan, Iran, respectively.
* Corresponding Author, Email: (Mehdishojaeihc@yahoo.com).